

VIBRATOR AND ELECTRONIC DEVICE WITH VIBRATOR

Patent Number: WO0044092
Publication date: 2000-07-27
Inventor(s): KITAMURA FUMITAKA (JP)
Applicant(s): KITAMURA FUMITAKA (JP); SEIKO EPSON CORP (JP)
Requested Patent: ☐ WO0044092
Application Number: WO2000JP00238 20000119
Priority Number(s): JP19990011774 19990120
IPC Classification: H03H9/215; H03H9/13
EC Classification: H03H9/13, H03H9/21
Equivalents:
Cited Documents: JP2032229U; JP6112760; JP5606551Z; JP55138916; JP53071593; JP52061985; JP52052597

Abstract

A vibrator includes thin vibrating rods having grooves (120a) in their upper and/or lower surfaces, in which electrodes (140a) are formed. This vibrator can be easily machined in a reduced size, and it has a low CI value.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

(19)日本国特許庁(JP) 再公表特許(A1)

(11)国際公開番号

第7部門第3区分

WO 00/44092

発行日 平成14年5月21日(2002.5.21)

(43)国際公開日 平成12年7月27日(2000.7.27)

(51)Int.Cl.

識別記号

F I

H 0 3 H 9/215

H 0 3 H 9/215

9/13

9/13

審査請求 未請求 予備審査請求 有 (全 32 頁)

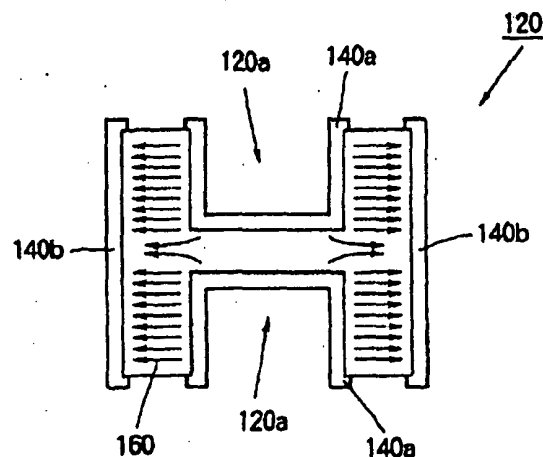
出願番号 特願2000-595424(P2000-595424)
(21)国際出願番号 P.C.T./J.P.00/00238
(22)国際出願日 平成12年1月19日(2000.1.19)
(31)優先権主張番号 特願平11-11774
(32)優先日 平成11年1月20日(1999.1.20)
(33)優先権主張国 日本(JP)
(81)指定国 JP, US

(71)出願人 セイコーエプソン株式会社
東京都新宿区西新宿2丁目4番1号
(72)発明者 北村 文孝
長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内
(74)代理人 弁理士 上柳 雅彦 (外1名)

(54)【発明の名称】 振動子及び振動子を搭載した電子機器

(57)【要約】

振動子の振動細棒の表面及び裏面のいずれか又はその両方に溝(120a)を形成し、かつ、この溝の中に電極(140a)を形成する。これによって、CI値を低く抑え、且つ加工が容易な小型の振動子を提供することができる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 少なくとも1本以上の圧電材料からなる振動部を有する振動子において、振動部端面の表面及び端面のいずれか又はその両方に溝が形成されており、かつ、この溝の中に電極が形成されていることを特徴とする振動子。

【請求項2】 前記振動子が音叉型の水晶振動子であることを特徴とする請求の範囲第1項に記載の振動子。

【請求項3】 振動部の振動部が形成されてなる振動子において、前記振動部の第1の表面及び第2の表面に溝が形成されてなり、前記溝部の少なくとも一部に第1の電極が形成されてなり、前記振動部のうち前記溝部が形成された表面以外の面の少なくとも一部に第2の電極が形成されてなることを特徴とする振動子。

【請求項4】 前記第1の電極は、少なくとも前記振動部の端元付近に形成されてなることを特徴とする請求の範囲第3項に記載の振動子。

【請求項5】 前記第1の電極は前記溝部の側面のみ形成されてなることを特徴とする請求の範囲第3項に記載の振動子。

【請求項6】 前記溝部の一部に貫通穴が形成されていることを特徴とする請求の範囲第3項に記載の振動子。

【請求項7】 前記振動部の幅と前記振動部の厚さの比率が、 $0.6 \times$ (前記振動部の厚さ) \leq (前記振動部の幅) のように設定されてなることを特徴とする請求の範囲第3項に記載の振動子。

【請求項8】 前記各振動部がそれぞれほぼ同じ構造に形成されてなることを特徴とする請求の範囲第3項に記載の振動子。

【請求項9】 前記第2の電極が溝部の面に形成されてなることを特徴とする請求の範囲第3項に記載の振動子。

【請求項10】 前記第2の電極同士を接続するための第3の電極が前記第1の表面に形成されてなることを特徴とする請求の範囲第3項に記載の振動子。

【請求項11】 前記第2の電極同士を接続するための第3の電極が前記第2の表面に形成されてなることを特徴とする請求の範囲第3項に記載の振動子。

【請求項12】 前記第2の電極同士を接続するための第3の電極が前記振動部

の断面が略H形状に形成されてなることを特徴とする請求の範囲第21項に記載の振動子。

【請求項23】 前記第1の表面及び前記第2の表面は、前記X軸及び前記Y軸により形成される面であることを特徴とする請求の範囲第21項に記載の振動子。

【請求項24】 前記Z軸を前記振動子の厚さとしたとき、前記振動子の厚さと前記振動部の幅がほぼ同じであることを特徴とする請求の範囲第21項に記載の振動子。

【請求項25】 前記第1の電極及び前記第2の電極は、異なる材料により形成された層が積層形成されてなる積層膜であることを特徴とする請求の範囲第21項に記載の振動子。

【請求項26】 前記第1の電極及び前記第2の電極の表面には酸化膜が形成されてなることを特徴とする請求の範囲第21項に記載の振動子。

【請求項27】 前記第1の電極及び前記第2の電極は、クロム、金、アルミニウム、ニッケル若しくはチタンのいずれかにより形成されてなることを特徴とする請求の範囲第26項に記載の振動子。

【請求項28】 請求の範囲第1項乃至請求の範囲第27項のいずれかに記載の振動子を搭載したことを特徴とする電子機器。

の先端の面に形成されてなることを特徴とする請求の範囲第3項に記載の振動子。

【請求項13】 前記振動子の周波数が1 KHz乃至300 KHzの範囲で設定されてなることを特徴とする請求の範囲第3項に記載の振動子。

【請求項14】 好ましくは前記振動子の周波数が1 KHz乃至130 KHzの範囲で設定されてなることを特徴とする請求の範囲第13項に記載の振動子。

【請求項15】 さらに好ましくは前記振動子の周波数が1 KHz乃至33 KHzの範囲で設定してなることを特徴とする請求の範囲第14項に記載の振動子。

【請求項16】 前記第1の電極、前記第2の電極若しくは前記第3の電極の表面には、酸化膜が形成されてなることを特徴とする請求の範囲第3項乃至請求の範囲第15項のいずれかに記載の振動子。

【請求項17】 前記酸化膜は酸化膜若しくは酸化膜からなることを特徴とする請求の範囲第16項に記載の振動子。

【請求項18】 振動部の振動部より形成されてなる振動子において、前記振動部の一部に貫通穴が形成されてなり、前記貫通穴の少なくとも一部に第1の電極が形成されてなり、前記振動部のうち前記第1の電極と対向する面に第2の電極が少なくとも形成されてなることを特徴とする振動子。

【請求項19】 前記振動部の幅と前記振動部の厚さの比率が、 $0.6 \times$ (前記振動部の厚さ) \leq (前記振動部の幅) のように設定されてなることを特徴とする請求の範囲第18項に記載の振動子。

【請求項20】 前記各振動部がそれぞれほぼ同じ構造に形成されてなることを特徴とする請求の範囲第18項に記載の振動子。

【請求項21】 電圧源をX軸、振動部をY軸及び光軸をZ軸とした直交座標系を有し、前記X軸及び前記Y軸により形成される面に開して、基部が形成されるとともに、該基部から前記Y軸に沿って複数の振動部が配置される振動子において、前記複数の振動部の第1の表面及び第2の表面に溝が形成されてなり、前記溝部の少なくとも一部に第1の電極が形成されてなり、前記溝部が形成された表面以外の面に第2の電極が形成されてなることを特徴とする振動子。

【請求項22】 前記振動部を前記X軸及び前記Z軸により形成される面にお

【発明の詳細な説明】

技術分野

本発明は、振動子、例えば音叉型水晶振動子やジャイロセンサー等のような振動子及び振動子を搭載する電子機器の構造に関する。

背景技術

従来、振動子である所謂、音叉型水晶振動子は、例えば第11図に示すように形成されていた。

第11図において、音叉型水晶振動片10は、例えば共振周波数が32.768 kHzであり、これは高精度の振動子であるため、時計やその他の時計付き機器に広く用いられている。

具体的には、第11図に示すように、音叉型水晶振動片10は、基部11を有しており、この基部11から図において上方に向かって振動部12が2本設けられている。

この振動部12、12の各々の幅は、図示のように通常約0.23mm程度であり、前記基部11の幅は、図示のように通常約0.69mm程度となっている。そして、この基部11と振動部12とを合わせた長さ、図示のように通常約3.6mm程度となっている。

また、この振動部12、12は、振動するため、第12図(第12図は、第11図のA-A'線断面図である。)に示すように振動部12の4辺に電極13a及び電極13bが形成されていた。すなわち、電極13aは、図において振動部12の上部と下部に配置され、電極13bは、振動部12の両側部13b、13bに配置されている。

ここで、電極13aと電極13bに互いに交互に極性の異なる電圧が印加される。例えばある瞬間に、13aにプラスの電圧、13bにマイナスの電圧が印加される。このように電圧が振動部12に印加されることにより、振動部12の内側には、第12図の矢印に示すように電界が発生する。

この電界によって、振動部12の水晶が伸び縮みし、振動部12が振動するようになっている。

このように振動する音叉型水晶振動片10は、図示しない保護ケースに収容さ

た、サーフェスマウントデバイス(SMD)等として、同様の用途での利用が可能である。この場合のSMDのパッケージとしては、例えば石英型水晶振動子10の長手方向に、約8mm程度、短手方向に約3mm程度のものが用いられている。

また、上述の石英型水晶振動子10の第12図における上下方向である厚みは、約0.1mm程度のものが用いられており、上述のSMDのパッケージもこの石英型水晶振動子10の厚みに対応した厚みを有するようになっている。

ところで、このような石英型水晶振動子10は、安定した共振周波数(例えば32.768kHz)を維持すること、振動振幅12の振動損失を抑えるため、低いC1値(クリスタリンピーダンス又は等価共振抵抗R₁)を維持することが必要となっている。

一方、近年の時計電子機器は、小型化の傾向にあり、石英型水晶振動子10も小型化が要求されている。この石英型水晶振動子10全体を小型化するには、振動振幅12の第11図における上下方向である2.4mmを更に短くする必要があり、このように、振動振幅12を短くすると共振周波数が高くなり、所望の周波数より高い周波数と成ってしまう。

このため、振動振幅12の幅(図11においては、0.23mm)を短くして共振周波数が上昇するのを防ぐ必要があった。

しかし、このように振動振幅12の幅を短くすると、振動振幅12の振動損失であるC1値が上昇してしまうという問題があった。

すなわち、第13図に示すように、振動振幅22の幅(図において横方向)を狭くすると、電極23aの幅が大きくなってしまうため電界の加わる面積が減少する。すなわち第12図と比較して電界はその中央付近ほど弱まる。(図では電界の強度を矢印の長さで示した。すなわち矢印の長さが長いほど電界強度は大きくなることを示している。)

従って、電極23aと電極23bとの間に生じた電界(図において矢印)は、図示のように振動振幅22全体に分布しなくなり、第12図の振動振幅12と同じ振動は生ぜず、小さくなってしまふ。

一方、この振動損失であるC1値の上昇を防ぐには、第12図に示す石英型水

晶振動子10の上下方向である厚み、例えば約0.1mm程度を、更に短くする必要があるが、この場合、加工が難しく問題になり、製品の歩留りが悪化するとい

本発明は、以上の点に鑑み、C1値を低く抑え、且つ加工が容易な小型の振動

子を提供することを目的とする。

発明の概要

前記目的は、請求の範囲第1項の発明によれば、少なくとも1本以上の圧電材料からなる振動結核を有する振動子において、振動結核の表面及び裏面のいずれか又はその両方に溝が形成されており、かつ、この溝の中に電極が形成されていることを特徴とする振動子により達成される。

前記構成によれば、振動結核の表面及び裏面のいずれか又はその両方に溝が形成されており、かつ、この溝の中に電極が形成されているので、加工が容易であると共に、前記振動結核の溝の方向に一定で強く分布し、C1値の上昇を抑えることができる。

また、好ましくは、請求の範囲第2項の発明によれば、請求の範囲第1項の構成において、前記振動子が石英型水晶振動子である。

前記構成によれば、前記石英型水晶振動子において、前記振動結核に形成された前記電極から生じる電界が、前記振動結核に広く分布し、C1値の上昇を抑えることができる。

前記目的は、請求の範囲第3項の発明によれば、複数の振動結核が形成されてなる振動子において、前記振動結核の第1の表面及び第2の表面に溝が形成されてなり、前記溝部の少なくとも一部に第1の電極が形成されてなり、前記振動結核のうち前記溝部が形成された表面以外の面の少なくとも一部に第2の電極が形成されてなる振動子により、達成される。

前記構成によれば、前記振動結核の第1の表面及び第2の表面に溝部が形成されてなり、前記溝部の少なくとも一部に第1の電極が形成されているので、前記振動結核のうち前記溝部が形成された表面以外の面の少なくとも一部に形成されている第2の電極と前記溝部の第1の電極との間で生じる電界が、前記振動結核の溝の方向に一定で強く分布し、振動子の振動結核のC1値の上昇を抑えること

(8) WO00/44092

ができる。

また、好ましくは請求の範囲第4項の発明によれば、請求の範囲第3項の構成において、前記第1の電極は、少なくとも前記振動結核の根元付近に形成されてなる振動子である。

前記構成によれば、前記第1の電極は、少なくとも前記振動結核の根元付近に形成されてなるので、前記振動結核を振動させるに必要な電界を得ることができる。

また、好ましくは請求の範囲第5項の発明によれば、請求の範囲第3項の構成において、前記第1の電極は前記溝部の側面のみ形成されてなる振動子である。

また、好ましくは請求の範囲第6項の発明によれば、請求の範囲第3項の構成において、前記溝部の一部に貫通穴が形成されている振動子である。

また、請求の範囲第7項に記載の発明によれば、請求の範囲第3項の構成において、前記振動結核の幅と前記振動結核の厚さの関係が、 $0.6 \times (\text{前記振動結核の幅}) \leq (\text{前記振動結核の厚さ})$ のように設定されてなる振動子である。

前記構成によれば、前記振動結核の幅と前記振動結核の厚さの関係が、 $0.6 \times (\text{前記振動結核の幅}) \leq (\text{前記振動結核の厚さ})$ のように設定されてなるので、従来の構成である($1.0 \times \text{振動結核の厚さ} < \text{振動結核の幅}$)の関係と異なり、前記振動結核の幅を前記振動結核の厚さに対して十分小さく取れるため、振動子全体の小型化が可能となる。

また、請求の範囲第8項に記載の発明によれば、請求の範囲第3項の構成において、前記各振動結核がそれぞれほぼ同じ構造に形成されてなる振動子である。

前記構成によれば、前記各振動結核がそれぞれほぼ同じ構造に形成されているので、振動歪れを防止し、精度の高い振動子を得ることができる。

また、請求の範囲第9項に記載の発明によれば、請求の範囲第3項の構成において、前記第2の電極が溝部の底面に形成されてなる振動子である。

また、請求の範囲第10項の発明によれば、請求の範囲第3項の構成において、前記第2の電極同士を接続するための第3の電極が前記第1の表面に形成されてなる振動子である。

(9) WO00/44092

また、請求の範囲第11項の発明によれば、請求の範囲第3項の構成において、前記第2の電極同士を接続するための第3の電極が前記第2の表面に形成されてなる振動子である。

また、請求の範囲第12項の発明によれば、請求の範囲第3項の構成において、前記第2の電極同士を接続するための第3の電極が前記振動結核の先端の面に形成されてなる振動子である。

また、請求の範囲第13項の発明によれば、請求の範囲第3項の構成において、前記振動子の周波数が1kHz乃至200kHzの範囲で設定されてなる振動子である。

また、請求の範囲第14項の発明によれば、請求の範囲第13項の構成において、前記振動子の周波数が16kHz乃至120kHzの範囲で設定されてなる振動子である。

また、請求の範囲第15項の発明によれば、請求の範囲第14項の構成において、前記振動子の周波数が16kHz乃至33kHzの範囲で設定してなる振動子である。

また、請求の範囲第16項の発明によれば、請求の範囲第3項乃至請求の範囲第12項のいずれかの構成において、前記第1の電極、前記第2の電極若しくは前記第3の電極の表面には、絶縁膜が形成されてなる振動子である。

前記構成によれば、前記第1の電極、前記第2の電極若しくは前記第3の電極の表面には、絶縁膜が形成されているので、振動子全体を小型化しても前記第1の電極、前記第2の電極若しくは前記第3の電極が異物等によりショートするのを防ぐことができる。

また、請求の範囲第17項の発明によれば、請求の範囲第16項の構成によれば、前記絶縁膜は酸化膜若しくは窒化膜からなる振動子である。

前記構成によれば、前記絶縁膜は酸化膜若しくは窒化膜からなるので、振動子全体を小型化しても前記第1の電極、前記第2の電極若しくは前記第3の電極が異物等によりショートするのを防ぐことができる。

前記目的は、請求の範囲第18項の発明によれば、複数の振動結核より形成されてなる振動子において、前記振動結核の一部に貫通穴が形成されてなり、前記

高濃度の少なくとも一部に第1の電極が形成されてなり、前記振動電極のうち前記第1の電極と対向する面に第2の電極が少なくとも形成されてなる振動子により、達成される。

また、請求の範囲第19項の発明によれば、請求の範囲第18項の構成において、前記振動電極の幅と前記振動電極の厚さの関係が、 $0.5 \times (\text{前記振動電極の厚さ}) \leq (\text{前記振動電極の幅})$ のように設定されてなる振動子である。

前記構成によれば、前記振動電極の幅と前記振動電極の厚さの関係が、 $0.5 \times (\text{前記振動電極の厚さ}) \leq (\text{前記振動電極の幅})$ のように設定されてなるので、従来の構成である $(1.0 \times \text{振動電極の厚さ} < \text{振動電極の幅})$ の関係と異なり、前記振動電極の幅を前記振動電極の厚さに対して十分小さく取れるため、振動子全体の小型化が可能となる。

また、請求の範囲第20項の発明によれば、請求の範囲第18項の構成において、前記各振動電極がそれぞれほぼ同じ構造に形成されてなる振動子である。

前記構成によれば、前記各振動電極がそれぞれほぼ同じ構造に形成されているので、振動電極を防止し、精度の高い振動子を得ることができる。

前記目的は、請求の範囲第21項の発明によれば、電気軸をX軸、機械軸をY軸及び光軸をZ軸とした直交座標系を有し、前記X軸及び前記Y軸により形成される面に関して、基部が形成されるとともに、該基部から前記Y軸に沿って複数の振動電極が配置される振動子において、前記複数の振動電極の第1の電極及び第2の電極に基部が形成されてなり、前記基部の少なくとも一部に第1の電極が形成されてなり、前記基部が形成された表面以外の面に第2の電極が形成されてなる振動子により、達成される。

前記構成によれば、前記複数の振動電極の第1の電極及び第2の電極に基部が形成されてなり、前記基部の少なくとも一部に第1の電極が形成されてなり、前記基部が形成された表面以外の面に第2の電極が形成されているので、高濃度の振動子の振動電極に設けられた前記第2の電極と前記基部の第1の電極との間で生じる電界が、前記振動電極に垂直方向に一定で強く分布し、高濃度の振動子の振動電極のC1値の上昇を図ることができる。

また、請求の範囲第22項の発明によれば、請求の範囲第21項の構成におい

て、前記振動電極を前記X軸及び前記Y軸により形成される面における前記基部のH形状に形成されてなる振動子である。

前記構成によれば、前記振動電極を前記X軸及び前記Y軸により形成される面における前記基部がH形状に形成されているので、前記基部の第1の電極と前記第2の電極間で生じる電界を、前記振動電極により垂直方向に一定で強く分布させることができる。

また、請求の範囲第23項の発明によれば、請求の範囲第21項の構成において、前記第1の表面及び前記第2の表面は、前記X軸及び前記Y軸により形成される面である振動子である。

また、請求の範囲第24項の発明によれば、請求の範囲第21項の構成において、前記X軸を前記振動電極の厚さとしたとき、前記振動電極の厚さと前記振動電極の幅がほぼ同じである振動子である。

また、請求の範囲第25項の発明によれば、請求の範囲第21項の構成において、前記第1の電極及び前記第2の電極は、異なる材料により形成された層が積層形成されてなる積層膜である振動子である。

前記構成によれば、前記第1の電極及び前記第2の電極は、異なる材料により形成された層が積層形成されてなる積層膜であるので、これら積層された層互の層で密着性を高めることができる。

また、請求の範囲第26項の発明によれば、請求の範囲第21項の構成において、前記第1の電極及び前記第2の電極の表面には酸化膜が形成されてなる振動子である。

前記構成によれば、前記第1の電極及び前記第2の電極の表面には酸化膜が形成されているので、振動子全体を小型化しても前記第1の電極、前記第2の電極若しくは前記第3の電極が異物等によりショートするのを防ぐことができる。

また、請求の範囲第27項の発明によれば、請求の範囲第25項の構成において、前記第1の電極及び前記第2の電極は、クロム、金、アルミニウム、ニッケル若しくはチタンのいずれかにより形成されてなる振動子である。

また、請求の範囲第28項の発明によれば、請求の範囲第1項乃至請求の範囲第27項のいずれかに記載の構成の振動子を搭載した電子機器である。

発明を実施するための最良の形態

以下、本発明の好適な実施の形態を断面に基づいて説明する。

(第1の実施の形態)

第1図は本発明の第1の実施の形態に係る振動子を示す図である。図1は、例として時計用に用いられる32 KHzの水晶で構成された音叉型の振動子100の外観を示している。この振動子100は、通常二本の振動電極120と基部である固定部130とから構成されている。

固定部130は、パッケージとの固定や、電極を外部に取り出すためのパッド部分を形成するために設けられている。

二本の振動電極120は、これらが互いに近接したり離れたりする方向に振動する。この振動電極120の表面と裏面のいずれかあるいは両方に溝120aを形成する。溝120aの形成方法は、振動子100の材料を溶解することが可能なエッチング液を用いてフォトリソグラフィーを応用した加工等が用いられる。水晶製の振動子ならば、赤熱系のエッチング液で加工が可能である。

第1図では溝120aは固定部130の一部分まで形成されているが、振動子100の特性と加工プロセスによってはこの限りではない。また溝120aの長さであるが、できるだけ長く振動電極120の長さすべてにわたって溝120aを設けた方がC1値は減少する。しかし、電極間容量は増加するため振動子の仕様に合わせて溝120aの長さは調整される。また、電極の引き出し等の関係や、振動電極120の先端に重りとなる材料を付着させ、周波数調整を行う必要がある場合には振動電極120上のすべてにわたって溝120aを設ける必要はない。

ここで溝120aを設けることによって何故、特性が向上するかを説明する。第2図は、本実施の形態に係る振動子100における振動電極120の断面図である。

本実施の形態に係る振動電極120では電界140は振動電極120の厚さ方向全体にわたって分布する。すなわち、電極140aが溝120aの中まで形成されているため電界140は厚さ方向まで分布しやすくなる。この場合の溝120aの深さは深い方がよい。

振動電極が100マイクロメートルの音叉型振動子で、基部（固定部及び振動電極）の厚みが100マイクロメートルの場合、等価直列抵抗（C1値）は大気圧中で測定したところ1ギガオームであった。振動電極120の厚さを15マイクロメートル厚し厚さを20マイクロメートルの溝130aを振動電極120の両面に形成した本実施の形態に係る音叉型振動子100では、大気中の等価直列抵抗（C1値）は600キロオームとなり通常の音叉型振動子と異なる特性を有する事がわかった。

電極140aを厚さ方向すべてにわたって形成できるならば、溝120aは表面、裏面で溝がなくてもよい。すなわち、振動電極120にスリッドを入れたような構造であってもよい。

以上述べたように、本実施の形態によれば、振動子100の厚さを薄くすることなく特性の良い振動子を供給することが可能となる。さらに厚さが従来のものと変わらないため取り扱いが容易で、歩留まりが高くないという効果を有する。そして、小型で安価な振動子100を供給することができる。

(第2の実施の形態)

第3図は、第2の実施の形態に係る電極が設けられていない音叉型水晶振動子200を示す概略斜視図である。

この音叉型水晶振動子200は、例えば水晶の単結晶から切り出され音叉型に加工されて形成されている。このとき、第3図に示すX軸が電気軸、Y軸が機械軸及びZ軸が光軸となるように水晶の単結晶から切り出されることになる。このように電気軸が第3図のX軸方向に配置されることにより、高濃度が要求される時計及び時計付き機器全般に好適な音叉型水晶振動子200となる。

また、水晶の単結晶から切り出す際、上述のX軸、Y軸及びZ軸からなる直交座標系において、X軸回りに、X軸とY軸とからなるXY平面を反時計方向に約1度乃至5度傾けた、所謂水晶Z板として、音叉型水晶振動子200が形成されることになる。

この音叉型水晶振動子200は、上述の第1の実施の形態に係る音叉型の振動子100と同様に、基部である固定部230と、この固定部230から図においてY軸方向に突出するように形成された例えば二本の振動電極220とを有して

る。また、この3本の振動部材220の第1及び第2の表面には、第3図に示すように第240aがそれぞれ形成されている。

このように形成されている第3図に示す音叉型水晶振動子200には、第4図に示すように第1の電極である電極240a、第2の電極である電極240b、第3の電極である電極240cが配置されることになる。すなわち、電極を固定部230から振動部材220にかけて配置するに際し、電極は振動部材220の側面及び前記第1及び第2の表面には、それぞれ電極240b、240aが設けられている。また、電極240aは、振動部材220の第220aの内面にも設けられている。

このような電極240a、240bは、電極240a、240b間に電圧を発生させ、圧電体である振動部材220を振動させるために設けられている。さらに、電極240cは、振動部材220の二つの側面に形成された第2の電極、すなわち電極240b同士を接続するために設けられたものである。

これらの電極240a、240b、240cは、具体的には、振動部材、例えば2層から成り、下地としてCr、上層がAuから形成されている。この場合、Crの代わりにNiやTi等を使用してもよい。

また、電極240a、240b、240cとして、1層からなる場合もあり、このとき例えばAu層が用いられる。この他に、Au層で表面を保護膜化した電極やCr層1層で、このCr層の上に保護膜としてSiO₂等を形成する電極も用いることができる。

本実施の形態では、電極240aは、第4図に示すように、第220aの内面に設けられているが、これに限らず第220aの振動面所に分けて配置してもよく、また、第220aの側面又は底面にのみ形成されてもよい。

また、電極240bは、第4図に示すように振動部材220の側面に配置されているが、これに限らず、後述する第6図(a)のように、この電極240bが振動部材220の複数の面に形成されてもよい。

以上のように形成されている音叉型水晶振動子200は、例えば共振周波数が32.768kHzであるにもかかわらず、従来の32.768kHzの音叉型水晶振動子と比べ、小型となっている。例えば第5図に示すように構成されている。

交互に印加されるようになっている。そして、例えば電極240aにプラスの電圧を印加し、電極240bにマイナスの電圧を印加した場合、第1の実施の形態の第2図の矢印のように電界が発生することになる。

この電界が生じることによって、振動部材220は、振動し、この音叉型水晶振動子200が用いられる例えば携帯電話やICカードの発振部の部品として使用されることになる。

なお、上述のような振動部材220に対する電極240a、240bの配置の態様は、第6図(a)のような態様だけでなく、第6図(b)や第6図(c)のように構成してもよい。

また、本実施の形態では、振動部材220に第220aを設けたが、これに限らず、この第220aを貫通孔としてもよい。この場合、貫通孔を有する振動部材220'は、第7図に示すように例えば電極240aと240bが対向して配置される構成となる。第7図は貫通孔を有する振動部材220'の断面を示した概略図である。

さらに、この場合において、電極240aをこの貫通孔のすべてに配置してよいが、これと異なり、電極240aを、この貫通孔の複数箇所に分けて配置してもよい。

ところで、音叉型水晶振動子200の小型化に伴って、上述のように、振動部材220のY軸方向の長さを短くすると、共振周波数が高くなり、安定した共振周波数を維持できないという問題があるため、これを防ぐため、振動部材220のX軸方向の幅を狭くする必要がある。しかし、この振動部材220のX軸方向の幅を狭くすると、第12図に示すように電極23bを大きくとれないため、電極23aと電極23bとの間に生じる電界が振動部材22に所定方向に一定で分布せず、電界の強度が小さくなり、これによって振動部材22の振動が弱くなり、振動損失が大きくなってしまっていた。

この振動損失は、CI値(クリスタルインピーダンス又は等価回路抵抗R_r)で表される。通常の音叉型水晶振動子のCI値は、真空中で30KΩ乃至60KΩが好ましく、また、大気中でのCI値を参考値として示せば400KΩ程度となる。

すなわち、第5図に示す音叉型水晶振動子200のY軸方向の長さは、例えば約3.2mm程度となっており、音叉型水晶振動子200のX軸方向の幅は、約0.86mm程度となっている。この寸法は、第10図の従来の音叉型水晶振動子10の寸法である、3.6mm(Y軸方向)×0.69mm(X軸方向)と比べて著しく小さくなっている。

また、第6図に示す振動部材220のX軸方向の長さは、例えば約1.6mm程度であり、各振動部材220のX軸方向の幅は、例えば約0.1mm程度となっている。このような振動部材220の大きさは、第10図に示す振動部材12の寸法である3.4mm(Y軸方向)×0.23mm(X軸方向)と比べて著しく小さくなっている。

一方、この音叉型水晶振動子200のZ軸方向である音叉型水晶振動子の厚みは、例えば約0.1mm程度となっており、これは、従来の音叉型水晶振動子200の厚みと略同値となっている。しかし、本実施の形態に係る音叉型水晶振動子200の振動部材220には、上述のように第220aが形成されており、この第220aは、振動部材220上においてY軸方向に例えば約1.3mm程度の長さ形成されている。この第220aのX軸方向の幅は、第5図に示すように例えば約0.07mm程度であり、そのZ軸方向の幅は、例えば約0.02mm程度となっている。

さらに、このような小型の音叉型水晶振動子200に配置される電極240a、240b、240cの厚みは、例えば下層Crが100Åで上層Auが1000Åと成っている。

次に、以上のような小型の音叉型水晶振動子200の振動部材220の断面を示したのが第6図(a)である。第6図(a)に示すように振動部材220には第220aが面において上下方向にそれぞれ設けられているため、その断面形状が略H形に形成されている。そして、この2カ所の第220aには、それぞれ電極240aが設けられている。また、振動部材220の両側面にも電極240bがそれぞれ設けられている。

このような電極240a、240bは、図示しない電源に接続されているとともに、これらの電極240aと電極240bには、それぞれ異なる電圧が

本実施の形態に係る音叉型水晶振動子200の振動部材220に第220aを設けない場合のCI値は、第8図に示すように大気中で、1000KΩとなり、上述の参考値である400KΩを大きく上回っている。

このため、単に小型化された音叉型水晶振動子では、CI値が高くなり過ぎ、携帯電話やICカード等の発振部に使用するには不適切であった。

しかし、本実施の形態では、第8図に示すように第220aの厚さを0.02mm(20μm)としたので、CI値が425KΩとなり、上述の参考値400KΩに近似的な値となるため、CI値は適正範囲に止まり、携帯電話やICカード等の発振部に使用するのに好適になった。また、このように第220aを振動部材220に形成するのは、振動部材220自体の厚さを薄くする場合に比べ、格段に加工性に優れているため、製造される音叉型水晶振動子200の歩留りが向上することになる。

なお、本実施の形態においては、加工の容易さ等に鑑み、第220aの厚さを0.02mmとしたが、第8図の表からも明らかなように第220aの厚さが深い図、CI値は下がり、少なくとも0.035mmの厚さの場合は、333KΩとなった。この場合、少なくとも真空中でのCI値は40KΩとなった。

このように本実施の形態では、振動部材220に2カ所の第220a、220aを設け、電極240aをそれぞれに配置したため、第13図に示す従来の振動部材220の電極23aと異なり、電極240aを大きく配置することができるため、第1の実施の形態の第2図に示すように電界が振動部材220の所定方向に一定で強く分布し、振動損失を低く抑えることができることになる。この振動損失の低下は、第8図に示すCI値からも明らかである。

なお、本実施の形態では第6図(a)に示すように振動部材220にのみ第220aを設けたが、第9図に示すように、振動部材220と固定部330にかけて第320aを形成してもよい。この場合、第320aの中に振動による応力を閉じ込めることができるため振動子を固定した場合、周波数の変動を抑えることができる。

以上のように小型でCI値が適正範囲にある32.768kHzの音叉型水晶振動子200、300を小さなパッケージ、例えば3.2mm(Y軸方向)×1.

6mm (X軸方向) 0.5mm (Z軸方向) に入れることで、小型の共振電極やICカード等に用いることができるようになる。
また、本発明の形態では、33.738kHzの音叉型水晶振動子200を例に説明したが、15kHz乃至365kHzの音叉型水晶振動子に適用し得ることは明らかである。

さらに、本発明の形態では、第6図に示すように、振動結晶220に第220aを2つ形成した場合について説明したが、第10図に示すように振動結晶420の上下に2つずつ溝を設け、それぞれに電極440aを配置してもよい。

なお、上記の各実施の形態に係る音叉型の振動子100及び音叉型水晶振動子200は、小型の携帯電機やICカードのみならず、他の電子機器であるジャイロ、携帯情報端末、さらに、テレビジョン、ビデオ機器、所謂ラジカセ、パーソナルコンピュータ等の時計内蔵機器及び時計にも用いられることは明らかである。

以上説明したように本発明によれば、CI値を低く抑え、且つ加工が容易な小型の振動子とすることができ、

産業上の利用可能性

このように、本発明は、振動子、例えば音叉型水晶振動子やジャイロセンサー等のような振動子及び振動子を搭載する電子機器として用いられるのに適している。

【図面の簡単な説明】

第1図は、本発明の第1の実施の形態に係る振動子の斜視図である。第2図は、第1図の振動子の振動結晶の断面図である。

第3図は、第2の実施の形態に係る電極なしの音叉型水晶振動子の斜視図である。

第4図は、第3図の音叉型水晶振動子に電極を付けた状態を示す音叉型水晶振動子の斜視図である。

第5図は、第3図の音叉型水晶振動子の寸法等を示す図である。

第6図(a)は、第4図の音叉型水晶振動子の振動結晶と電極の配置を示す断面図である。

第6図(b)は、第6図(a)とは異なる、他の電極の配置状態の例を示す断面図である。

図面である。

第6図(c)は、第6図(a)及び(b)とは異なる、他の電極の配置状態の例を示す断面図である。

第7図は、貫通孔を有する振動結晶と電極の配置を示す断面図である。

第8図は、音叉型水晶振動子における溝と大抵中CIとの関係を示す図である。

第9図は、他の溝形成の例を示す斜視図である。

第10図は、振動結晶に形成される溝の数を増加した例を示す断面図である。

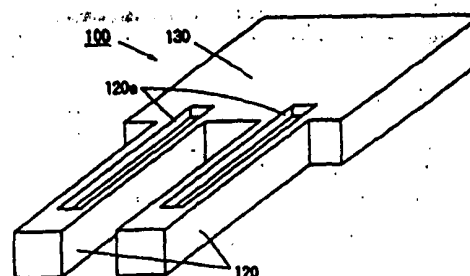
第11図は、従来の振動子の寸法等を示す図である。

第12図は、従来の振動子の振動結晶の断面図である。

第13図は、従来の振動子の振動結晶の幅を狭くした状態を示す断面図である。

【図1】

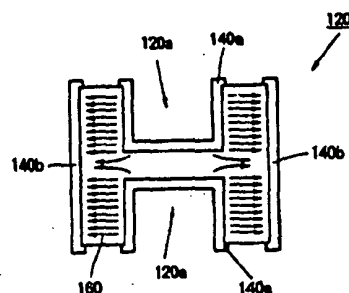
FIG.1



(20) WO00/44092

【図2】

FIG.2



(21) WO00/44092

【図3】

FIG.3

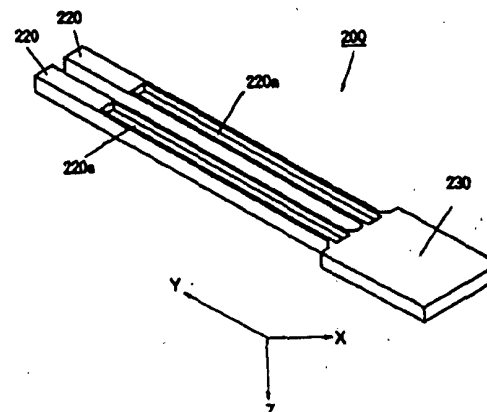


FIG.4

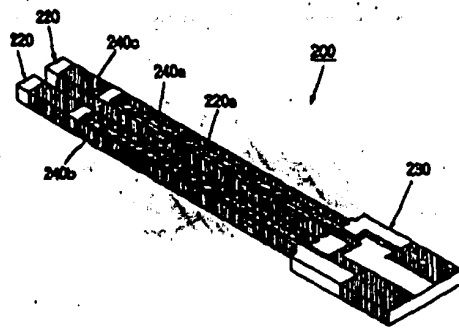


FIG.5

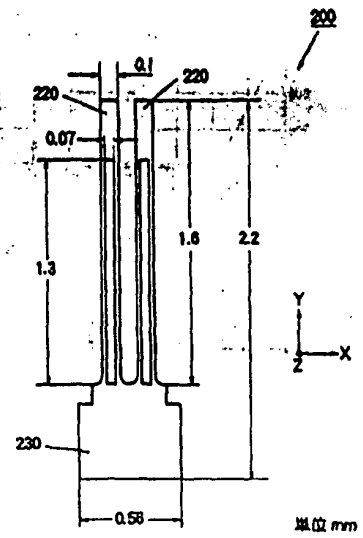
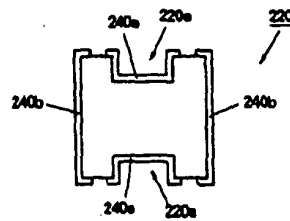
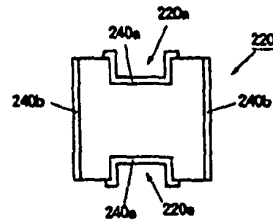


FIG.6

(a)



(b)



(c)

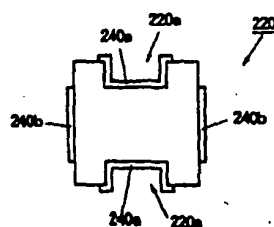
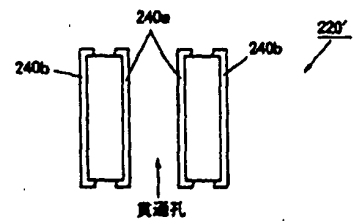
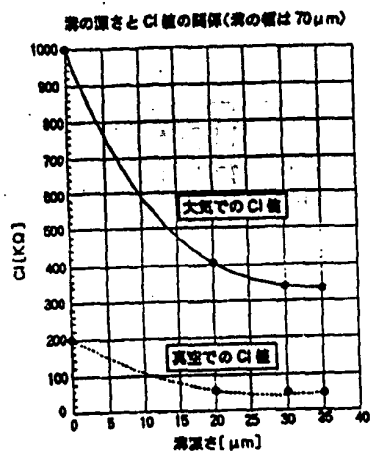


FIG.7



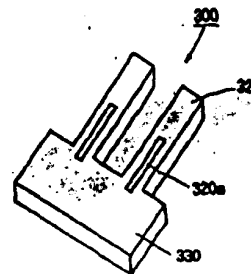
【図 8】

FIG.8



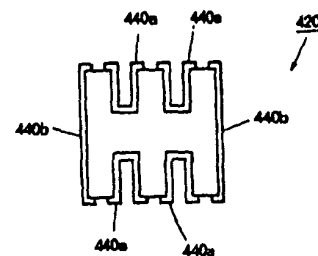
【図 9】

FIG.9



【図 10】

FIG.10

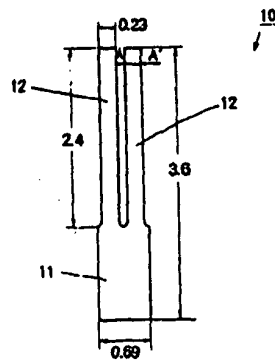


(28)

WO 00/44092

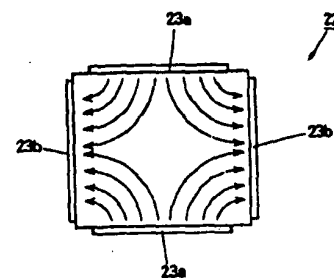
【図 11】

FIG.11



【図 13】

FIG.13



【図 12】

FIG.12

